

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

SERVICE

de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVET D'INVENTION

P.V. n° 3.497

N° 1.429.460

Classification internationale :

A 61 m

**Procédé et appareil d'inhalation d'un aérosol.**

Société dite : THE DEVILBISS COMPANY résidant aux États-Unis d'Amérique.

Demandé le 27 janvier 1965, à 16^h 15^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 17 janvier 1966.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 9 de 1966.)

(Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 10 février 1964, sous le n° 343.617, aux noms de MM. William Davis GAUTHIER et Robert Joseph DELLA FLORA.)

La présente invention concerne un procédé et un appareil pour créer un aérosol convenant à la thérapie par inhalation de l'appareil respiratoire humain et à d'autres fins médicales.

A l'heure actuelle la thérapie par inhalation est réalisée par la vaporisation d'eau ou de médicaments contenant de l'eau ou en atomisant mécaniquement l'eau ou d'autres médicaments appropriés. Les atomiseurs mécaniques utilisés actuellement dispersent le liquide sous forme d'un brouillard de petites particules en suspension dans l'air soit pneumatiquement soit mécaniquement, et dans l'un ou l'autre cas l'atomisation est caractérisée par une dimension particulière irrégulière de sorte que la masse de gouttelettes en suspension dans l'air contient un grand nombre de grosses particules qui se déposent et qui ne sont pas inhalées et qu'un relativement faible pourcentage de particules ou de gouttelettes suffisamment petites pour atteindre réellement les parties affectées de l'appareil respiratoire dans un état tel que le traitement soit efficace. On pense de façon générale que, si les gouttelettes du brouillard ont une dimension supérieure à 6 microns environ, elles ne pénètrent pas dans les poumons ni ne descendent de façon satisfaisante dans l'appareil respiratoire mais peuvent se déposer ou se condenser et n'avoir ainsi aucune valeur thérapeutique. Si les particules sont trop petites, telles que par exemple d'un diamètre d'un demi-micron ou moins, la majorité des gouttelettes sera exhalée, suivant la littérature.

L'atomiseur de la présente invention fournit un véritable aérosol qui peut être évacué en plein air en face du malade de façon qu'il inhale un mélange d'air et de liquide atomisé, ou cet appareil peut être utilisé pour distribuer l'aérosol par un tube se terminant par un masque qui est placé sur le nez et la bouche du malade. Grâce à ce dernier appareil la densité de l'aérosol ou du brouillard de particules de liquide inhalées peut être obtenue

aussi élevée que l'exige le docteur et être réglée. Si on le désire, on peut maintenir une légère pression positive sur le masque pour libérer le malade de l'effort d'inhalation et pour assurer l'entrée complète du médicament atomisé dans les régions désirées de l'appareil respiratoire. Lorsque le liquide atomisé est distribué dans la pièce, les dispositifs actuels s'avèrent être inefficaces et d'une faible capacité telle que plusieurs d'entre eux peuvent être exigés pour distribuer la quantité de fluide mise sous forme d'aérosol désirée et la densité de l'aérosol qui en résulte est très faible. Un ensemble atomiseur simple classique actionné par l'air fournit 1 900 cm³ de liquide par jour environ mais un pourcentage appréciable des particules de l'évacuation est d'une gamme de dimensions qui n'est pas utilisable pour le traitement par inhalation. L'ensemble de la présente invention atomise plus de 7 500 cm³ par jour, et un pourcentage beaucoup plus grand du fluide mis sous forme d'aérosol a une dimension particulière appropriée pour atteindre les parties désirées de l'appareil respiratoire.

Par conséquent, la présente invention se propose :

D'augmenter la capacité des ensembles d'atomisation et de fournir un volume élevé et une masse dense de fluide atomisé ayant une dimension particulière convenant à la thérapie par inhalation non seulement de l'appareil respiratoire supérieur mais des poumons eux-mêmes;

De fournir un appareil dans lequel un pourcentage plus grand des particules du médicament est compris dans une gamme de dimension étroite pour qu'elles pénètrent efficacement dans l'appareil respiratoire par inhalation et pour qu'elles ne soient pas « exhalées »;

De fournir un appareil tel qu'il n'existe aucun changement important dans la concentration des additifs du médicament, comme cela se produit avec

des atomiseurs actionnés mécaniquement qui ont tendance à faire évaporer les fractions plus facilement évaporables du liquide tout au long du traitement;

D'éliminer le bruit nuisible et perturbateur qui accompagne le fonctionnement des atomiseurs mécaniques classiques, et la chaleur supplémentaire qui accompagne l'utilisation d'évaporateurs de vapeur.

Tel qu'il est utilisé ici, le mot « médicament » est assez large pour comprendre toute substance qui a une action thérapeutique, et pour un grand nombre d'affections, l'eau est une telle substance. Toutefois, un grand nombre des médicaments exigés pour la thérapie par inhalation sont coûteux et ne sont nécessaires qu'en petites quantités. Bien que la capacité des ensembles construits suivant la présente invention soit élevée, la disposition des éléments est telle qu'on puisse obtenir l'atomisation effective de très petites quantités de liquide.

L'énergie nécessaire pour diviser le liquide en gouttelettes est obtenue, dans la présente invention, en concentrant un faisceau d'énergie d'ondes de compressions à ultra-sons par une masse de liquide de couplage dans une chambre de traitement ou d'atomisation. La chambre d'atomisation est détachable de la partie de l'appareil contenant le transducteur acoustique et le liquide de couplage de façon qu'on puisse l'enlever et la passer à l'autoclave si on le désire. De façon générale on fait passer le faisceau concentré d'énergie acoustique radialement à travers une fenêtre incurvée sphériquement transparente acoustiquement, ménagée dans la paroi inférieure de la chambre d'atomisation, et le foyer des ondes sonores est normalement bien au-dessus du diaphragme et au voisinage de la surface de la masse de liquide contenue dans la chambre d'atomisation.

On sait depuis longtemps qu'un faisceau concentré d'énergie d'ondes de compression à ultra-sons peut être utilisé pour provoquer une violente cavitation de la surface d'une masse de liquide, en produisant ce qui est mentionné dans la littérature comme étant un « geyser ». Cette violente activité de surface projette vers le haut les particules de liquide à partir de la surface de la masse, mais ne les disperse pas en petites particules comme il serait prévu. La demanderesse a trouvé que la création d'un épais brouillard de particules de liquide ayant une gamme de dimensions convenant à la thérapie par inhalation est obtenue en particulier lorsque le transducteur est commandé à une fréquence de fonctionnement différente, de préférence au-dessus, de sa fréquence de résonance mécanique. Par exemple, si le transducteur résonne très violemment à une fréquence de 1,25 mégahertz, la densité d'atomisation ou de brouillard la plus efficace se produit à 100 kilohertz environ au-

dessus de la fréquence de résonance. A cette fréquence de résonance la hauteur du geyser est beaucoup plus grande qu'à la fréquence de fonctionnement désirée mais une très petite quantité du liquide est dispersée sous forme de gouttelettes dans la gamme de dimensions qui est efficace pour la thérapie par inhalation, ou dans la gamme de dimensions comprise entre 1 et 6 microns de diamètre. Par conséquent, un but important de la présente invention est de fournir un atomiseur pour des solutions médicamenteuses dans lequel l'énergie nécessaire pour diviser la solution en gouttelettes de la dimension désirée pour la thérapie par inhalation provient d'un faisceau concentré d'énergie d'ondes de compression ayant une fréquence dans la gamme des ultra-sons et dans lequel le transducteur est actionné à une fréquence éloignée de sa fréquence de résonance pour augmenter le volume et la densité de l'aérosol qui en résulte.

Bien que l'appareil de la présente invention soit principalement destiné à atomiser des fluides pour la thérapie par inhalation, il s'est également avéré comme étant efficace pour émulsionner des liquides non miscibles en petites quantités, par exemple, dans les cas où une matière extrêmement coûteuse doit être mise en suspension dans un véhicule bon marché. Il s'est également avéré comme étant utile pour former un brouillard de matières antiseptiques pour la stérilisation de pièces parce que la petite dimension particulière de l'aérosol a sensiblement augmenté le pouvoir de pénétration.

Dans ses aspects du procédé, le but principal de la présente invention consiste à fournir un nouveau procédé de formation d'un aérosol avec un liquide convenant à la thérapie par inhalation, procédé qui est caractérisé par la création d'un important volume de particules d'aérosol au moyen d'un faisceau concentré d'énergie à ultra-sons envoyé dans une masse du liquide de traitement.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront de la description qui va suivre faite en regard des dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est une vue schématique, des parties étant en coupe et des parties étant en arrachement, d'un appareil construit suivant la présente invention et agencé pour mettre en œuvre son procédé;

La figure 2 est une coupe verticale centrale, sensiblement à une plus grande échelle, d'une partie de l'appareil dans lequel est réalisée l'atomisation du médicament;

La figure 3 est une coupe suivant la ligne 3-3 de la figure 2;

La figure 4 est une coupe transversale détaillée d'un élément, dont la partie centrale constitue un diaphragme transparent acoustiquement et qui forme une partie de la paroi inférieure de la chambre de médicaments;

La figure 5 est une coupe verticale centrale de

la forme de transducteur électro-acoustique préférée, ses couches formant les électrodes ayant une épaisseur exagérée; et

La figure 6 est une coupe transversale partielle d'un atomiseur ayant une variante de transducteur électro-acoustique.

En se référant aux figures 1 et 2 des dessins, un appareil suivant la présente invention comprend un logement inférieur 10 dans lequel est monté un transducteur électro-acoustique, ce transducteur étant sous forme d'une masse cristalline piézo-électrique incurvée sphériquement telle qu'une masse céramique 12 en titanate-zirconate de plomb, excitée dans le mode d'épaisseur à partir d'un oscillateur approprié 14, et émettant dans une masse d'un liquide de couplage 15 qui est contenue dans une chambre 16. La chambre 16 est avantageusement un récipient à extrémité supérieure ouverte ayant un prolongement 18 à rebord et un bec 19 pour pouvoir la vider commodément lorsque c'est nécessaire.

Le transducteur 12 a un revêtement électrique conducteur sur sa face antérieure qui s'étend sur les bords de la masse sphérique sur sa surface postérieure, ce revêtement formant une électrode de masse 20 du circuit d'excitation. Une électrode 21 qui est reliée à un côté de l'oscillateur 14 par un contact élastique 21a est espacée vers l'intérieur à partir de l'électrode 20 formée par le revêtement décrit ci-dessus, et en est séparée par une bande annulaire de la matière céramique isolante du transducteur. Ainsi, deux liaisons électriques du transducteur sont obtenues sur sa face postérieure et à l'écart de la face qui est en contact avec le liquide de couplage. Naturellement, la fréquence de résonance de fonctionnement dépend des dimensions matérielles et physiques du transducteur et de son montage. Le transducteur 12 est avantageusement une masse d'une matière céramique en titanate-zirconate de plomb meulée sphériquement, polarisée dans le sens de son épaisseur. Une fréquence de résonance de 1,25 mégahertz s'est avérée comme étant satisfaisante, bien que des fréquences plus ou moins élevées puissent être utilisées dans la gamme des ultra-sons. Un transducteur résonnant à 1,25 mégahertz est plus robuste et moins onéreux qu'un transducteur fonctionnant à des fréquences plus élevées.

Ce transducteur est mis en place au fond de la chambre 16 contre une bague torique 22. Une bague asservie 23 vient au contact de la face inférieure du cristal 12 à proximité de ses bords et est en contact électrique avec l'électrode de masse annulaire 20, et la bague asservie est poussée contre le transducteur par une série, avantageusement de trois, ressorts à boudin 24 disposés entre la bague asservie 23 et le fond du logement 16. L'électrode 20 est ainsi reliée à l'oscillateur 14 par la

bague asservie, par les ressorts 24 et par un conducteur approprié. En montant le transducteur de cette façon, l'influence de tous changements de température qui pourraient provoquer la dilatation des éléments et des tensions dans le transducteur relativement fragile 12 est réduite au minimum et cependant l'échappement du liquide de couplage dans le fond du logement est empêché efficacement. On comprendra qu'un changement d'effort exercé autour du bord du transducteur 12 modifie ses caractéristiques de fonctionnement et peut même le briser.

La chambre d'atomisation comprend un récipient 26 supporté par une bague inférieure 27 et supporté de façon amovible par des branches appropriées 28 de la surface 18 à rebord de la chambre ou logement inférieur 16. Un couvercle transparent est avantageusement utilisé pour fermer et boucher l'extrémité supérieure ouverte du récipient. La surface inférieure du récipient 26 comprend une paroi 29 effilée vers le bas ayant une ouverture centrale 30, et un diaphragme 31 est serré contre la paroi 30 par une bague de serrage annulaire 32. Le diaphragme 31 est fait d'une mince membrane en matière plastique acoustiquement transparente telle que le « Mylar » et a une partie centrale qui est moulée sous forme d'une fenêtre centrale incurvée sphériquement 33 s'étendant vers le bas. Il suffit que le diaphragme en « Mylar » ait une épaisseur de 50 à 75 microns, suffisante pour qu'il se supporte de lui-même et pour qu'il soit suffisamment robuste pour résister à un traitement normal. Un diaphragme percé ou brisé peut être facilement remplacé en enlevant la bague de serrage 32.

En utilisant la fenêtre incurvée sphériquement 33 s'étendant vers le bas, il s'est avéré qu'il n'est pas nécessaire de dégazer le liquide de couplage contenu dans la chambre 16. Toutes bulles qui apparaissent dans ce liquide en raison de l'agitation provoquée par l'énergie émise par le transducteur 12 flottent vers le haut autour de la surface convexe de la fenêtre 33 et ne se rassemblent pas sur cette surface inférieure pour gêner la transmission à travers le diaphragme. La fenêtre incurvée sphériquement a l'avantage supplémentaire de permettre de soumettre de petites quantités de liquide se trouvant sur sa surface supérieure à la transmission acoustique et de les concentrer dans la zone centrale où l'énergie acoustique est la plus intense.

Lorsqu'une alimentation continue de liquide est indiquée, le niveau du liquide dans la chambre d'atomisation peut être maintenu à un degré préalablement choisi par un moyen automatique approprié quelconque. Une simple soupape actionnée par un flotteur comprenant un flotteur 40 de forme toroïdale relié à pivot à une soupape à pointe

41 par un levier articulé en 42 peut être utilisée pour commander l'ouverture d'une conduite d'alimentation 43. Dans la forme de réalisation représentée sur les dessins, cette conduite d'alimentation comprend une conduite d'admission tubulaire raccordée par son extrémité supérieure à une conduite d'alimentation 44 et fixée à proximité de la paroi de la chambre d'atomisation par un raccord 45. La conduite d'alimentation 44 se raccorde à son tour à un récipient du liquide qu'on désire atomiser, l'écoulement vers l'atomiseur étant provoqué par la pesanteur. Lorsque le niveau du liquide baisse dans la chambre d'atomisation, le flotteur fait ouvrir la soupape à pointeau 41, et lorsque le niveau s'est élevé au point préalablement choisi le flotteur ferme la soupape d'admission d'alimentation.

L'énergie concentrée émise du transducteur 12 au liquide de la chambre d'atomisation 16 fait subir au liquide une cavitation et le fait projeter violemment vers le haut dans la chambre d'atomisation. De façon générale, la dimension des gouttelettes qui en résultent varie en raison inverse de la fréquence du fonctionnement, une fréquence plus grande provoquant l'apparition de gouttelettes plus petites. Pour la thérapie par inhalation des gouttelettes comprises entre 1 micron environ et 6 microns environ sont considérées comme étant avantageuses. Toutefois, au côté inférieur de cette gamme, les gouttelettes sont si fines que la plus grande partie d'entre elles sont exhalées et sont moins efficaces pour le traitement. A l'extrémité supérieure de la gamme mentionnée les gouttelettes manifestent une tendance marquée à se déposer et le liquide ne pénétrera pas en totalité dans les voies respiratoires du malade et une très petite quantité du liquide pénétrera dans les poumons pour une thérapie profonde. Avec un diamètre particulaire compris entre 2 et 4 microns environ, la dimension des gouttelettes apparaît comme étant optimum, une très petite quantité du liquide étant exhalée et une très petite quantité de celui-ci se déposant même si l'aérosol est transmis par plusieurs dizaines de centimètres de tube de l'atomiseur au malade.

La présente invention fournit une soufflante 50 entraînée par un moteur qui fait passer un courant de gaz véhicule dans la chambre d'atomisation et qui refoule les particules atomisées par un raccord d'évacuation 51 et dans un tube transporteur 52. Un siphon de dépôt sous forme d'un bras 53 s'étendant vers le haut ayant un couvercle métallique 54 est prévu pour séparer toutes gouttelettes de grandes dimensions qui pourraient avoir été entraînées par l'aérosol ou la matière finement atomisée désirée. Ces gouttelettes se rassemblent sur la plaque 54 et retombent par le raccord d'évacuation 51 dans la chambre d'atomisation.

Bien que le retrait forcé des particules atomisées de la chambre d'atomisation par le courant de gaz véhicule soit avantageux, on utilise parfois un type d'atomiseur dans lequel l'aérosol s'accumule dans la chambre d'atomisation et en est extrait par la respiration du malade. L'atomiseur de la présente invention peut être actionné de cette façon si la soufflante 50 est arrêtée.

Il va de soi qu'au lieu de faire passer l'air de la soufflante 50 dans la chambre d'atomisation on peut utiliser d'autres gaz pour enlever l'aérosol de la chambre d'atomisation vers le malade, et que ce gaz peut être l'oxygène si on le désire ou, dans de nombreux cas, un gaz anesthésique de façon qu'on utilise l'aérosol pour améliorer l'humidité de la matière anesthésique. La présente invention peut également être utile dans l'introduction de milieux de contraste dans les poumons d'un malade pour faciliter l'examen et le diagnostic aux rayons X.

Les atomiseurs sont souvent utilisés sans surveillance, et il existe la possibilité que l'alimentation de liquide vers la chambre d'atomisation puisse s'épuiser. Si ceci se produit, le fonctionnement continu du transducteur 12 pourrait brûler la mince fenêtre 33 et la perforer. Par conséquent il est avantageux de régler de façon thermostatique le fonctionnement du transducteur suivant la température atteinte par le récipient inférieur 16 qui reflète la température du liquide de couplage 15. Un thermostat T est représenté schématiquement sur la figure 2 en position pour effectuer ce réglage. Si le liquide de couplage devient trop chaud, le transducteur doit être coupé non seulement pour ménager la fenêtre 33 mais pour ménager le transducteur lui-même puisqu'une partie des matières du transducteur ne peut pas résister à des températures dépassant 130 °C sans être dépolarisée, et on compte sur le liquide de couplage pour refroidir le transducteur.

Pour manœuvrer l'atomiseur décrit ci-dessus, le récipient 16 du liquide de couplage est rempli d'eau qui, comme noté ci-dessus, n'a pas besoin d'être dégagée. La chambre ou récipient 26 d'atomisation préalablement stérilisée est placée sur la surface à rebord du logement inférieur et des liaisons au récipient de médicament sont effectuées par la conduite 44 et des liaisons à la soufflante 50 et au tube d'évacuation 52 sont établies de la même façon. Ces liaisons peuvent être des liaisons par simple frottement entre un tube souple et les raccord appropriés du récipient 26. Le récipient d'atomisation 16 se remplit promptement à partir de son récipient d'alimentation jusqu'à ce que la soupape 41 commandée par un flotteur soit fermée par son flotteur. L'oscillateur 14 peut alors être ouvert et la chambre d'atomisation se remplit immédiatement d'une

masse de liquide très finement divisé ou atomisé contenant de l'air. La soufflante 50 sert à transporter l'aérosol de la chambre d'atomisation par le tube d'évacuation 52 vers le malade.

L'oscillateur 14 est réglé initialement sur la fréquence de résonance du transducteur 12 puis est désaccordé pour commander le transducteur à une fréquence supérieure ou inférieure à sa fréquence de résonance, avantageusement supérieure à la fréquence de résonance. La demanderesse a trouvé qu'un transducteur ayant une fréquence de résonance nominale de 1,25 mégahertz sert à fournir un volume d'aérosol maximum lorsqu'il est commandé à une fréquence de résonance de 1,35 mégahertz environ. Le réglage de l'oscillateur peut être effectué visuellement parce que le débit de l'aérosol dans le récipient 26 est influencé sensiblement par un changement de fréquence de l'oscillateur et ainsi du transducteur 12. Le fonctionnement de la soufflante 50 peut être réglé pour augmenter ou diminuer le débit d'air ou de gaz véhicule et pour augmenter ou diminuer ainsi la quantité et la densité d'aérosol fournie au patient et, si on le désire, on peut se passer de la pression positive créée par le souffleur et on peut utiliser le récipient 26 en tant qu'alimentation d'aérosol à tirer de ce dernier à volonté par le malade.

Le débit de l'installation varie avec la puissance de sortie de l'oscillateur 14, jusqu'à une certaine valeur maximum qui dépend du transducteur 12 et des paramètres physiques de l'installation. Le fonctionnement à une entrée de puissance variable à partir de l'oscillateur 14 est un moyen plus efficace pour régler la quantité et la densité de l'aérosol que n'est le réglage par l'écoulement d'air ou par la syntonisation de l'oscillateur, attendu qu'il n'existe aucun chauffage défavorable du transducteur ni de l'aérosol évacué vers le malade.

Le réglage de la quantité et de la densité de l'aérosol fourni au malade à partir de l'appareil de la présente invention est avantageux, parce que la densité maximum qu'on peut obtenir est beaucoup plus grande que celle qui peut être tolérée initialement par le malade dans certains cas. Dans certains traitements par inhalation, le médecin assistant oblige le malade à respirer une solution d'aérosol relativement étendue puis augmente progressivement sa densité jusqu'à ce que la densité de l'aérosol désirée, qui peut être la densité de sortie maximum de l'ensemble, soit atteinte. Si la densité maximum devait être utilisée au commencement du traitement, certains résultats du traitement pourraient être perdus à cause de l'inaptitude du malade à tolérer l'aérosol à densité élevée sans tousser ou refuser autrement d'inhaler le médicament.

Si l'appareil de la présente invention est utilisé comme atomiseur pour fournir un brouillard de

matière antiseptique pour une stérilisation de pièces, ou pour des utilisations analogues où il n'est pas important de prévoir une chambre de médicament séparée stérilisable, le diaphragme 31 peut être supprimé et le liquide qui a été indiqué précédemment comme étant un liquide de couplage peut devenir la matière atomisée. Dans ce cas, une soupape commandée par un flotteur sera utilisée pour maintenir le niveau du liquide sensiblement constant, mais il n'existera aucune séparation du médicament et du liquide de couplage comme tel, ces deux liquides étant, dans ce cas, les mêmes. Dans ces circonstances les récipients supérieur et inférieur 16 et 26 pourraient être faits sous forme d'un récipient unique.

La figure 6 montre une partie d'un atomiseur ayant une variante de l'installation à transducteur. Dans cette forme de réalisation la masse du transducteur est une plaque meulée à plat 120 d'une matière piézo-électrique qui émet des ondes planes parallèles dans le liquide de couplage. On prévoit une lentille acoustique 121 qui peut comprendre une masse doublement concave de « Lucite » ou de résine de polystyrène ayant un orifice central 122 pour permettre la circulation du liquide de couplage. L'énergie électrique est introduite dans la plaque 120 par une électrode périphérique 123 qui s'étend transversalement en avant du transducteur et autour du bord de la face postérieure, et par une électrode centrale 124 qui est limitée à la face postérieure, comme dans la forme de réalisation représentée sur la figure 2. Le contact de ces électrodes à partir de l'oscillateur est établi comme décrit précédemment.

Pour le fonctionnement de la variante de l'invention, l'énergie à ultra-sons provenant du transducteur est concentrée par la lentille 121, et le point focal est dans la chambre de médicament comme avant. Le fonctionnement est le même que celui décrit précédemment sauf l'agencement par lequel on fait passer un rayon concentré d'énergie à ultra-sons par le liquide de couplage dans la chambre de médicament.

Il est évident qu'on peut utiliser d'autres formes de transducteurs, et qu'on peut réaliser diverses variantes du reste des éléments sans sortir du cadre ni de l'esprit de l'invention.

RÉSUMÉ

A. Appareil pour créer un aérosol à des fins médicales, caractérisé par les points suivants séparément ou en combinaisons :

1° Il comprend un moyen formant une chambre pour contenir un liquide de couplage acoustique, un ensemble de transducteur électro-acoustique, ledit transducteur étant construit et monté de façon que, lorsqu'il est excité, un faisceau concentré d'énergie à ultra-sons traverse le liquide de couplage, une chambre de médicament séparable dis-

posée sur la chambre à liquide de coupage et ayant une paroi inférieure immergée dans le liquide, un moyen pour régler le niveau du médicament liquide dans la chambre de médicament, le foyer de l'énergie à ultra-sons se trouvant dans la chambre de médicament de façon que l'énergie à ultra-sons du transducteur provoque une agitation et une cavitation violentes de la surface du médicament liquide et la dispersion du médicament en une suspension gazeuse de gouttelettes du médicament, et un moyen pour enlever l'aérosol de la chambre de médicament;

2° Ledit transducteur électro-acoustique forme une partie au moins de la paroi inférieure de la chambre; ledit appareil comprend en outre un moyen pour amener le médicament liquide dans la chambre de liquide de coupage;

3° Le moyen pour régler le niveau du médicament liquide comprend une soupape commandée par un flotteur;

4° Ladite soupape comprend un flotteur toroïdal et le foyer de l'énergie à ultra-sons est à l'intérieur du tore du flotteur;

5° Ledit moyen pour chasser l'aérosol de la chambre de médicament comprend un moyen positif pour provoquer un passage d'air dans la chambre;

6° Ladite chambre de médicament séparable a une fenêtre mince acoustiquement transparente ménagée dans sa paroi inférieure, ladite fenêtre ayant une surface convexe exposée au liquide de coupage de façon que des bulles formées dans le liquide flottent vers le haut à l'écart de la surface convexe;

7° Ledit transducteur est commandé à une fréquence éloignée de sa fréquence de résonance pour fournir le volume d'aérosol maximum dans la chambre de médicament;

8° Ledit transducteur est commandé à une fréquence supérieure à 1 mégahertz et à une fréquence de 100 kilohertz environ éloignée de sa fréquence de résonance pour fournir le volume

d'aérosol maximum dans la chambre de médicament;

9° Ledit transducteur a une fréquence de résonance de 1,25 mégahertz et est commandé à une fréquence de 1,35 mégahertz pour fournir le volume d'aérosol maximum dans la chambre de médicament;

10° Dans ledit appareil le faisceau concentré d'énergie à ultra-sons est émis à partir du transducteur; la chambre de liquide reçoit ce faisceau, le foyer de cette énergie étant près de la surface de la masse de liquide, et ledit appareil comprend en outre un moyen pour maintenir le niveau du liquide dans la chambre dans des limites préalablement déterminées.

B. Procédé pour créer un aérosol à des fins médicales, caractérisé par les points suivants séparément ou en combinaisons :

1° Il consiste à introduire un médicament liquide dans une chambre, à régler le niveau de liquide dans la chambre, à émettre un faisceau concentré d'énergie d'ondes de compression à une fréquence à ultra-sons dans le liquide à un niveau d'énergie suffisant pour provoquer une agitation et une cavitation violentes de sa surface et la dispersion du liquide en une suspension gazeuse de gouttelettes du médicament, et à enlever l'aérosol qui en résulte de la chambre vers le malade;

2° Ladite énergie est émise à une fréquence supérieure à 1 mégahertz;

3° Le retrait de l'aérosol est effectué à une pression supérieure à la pression atmosphérique;

4° Le retrait de l'aérosol est effectué par un courant d'air véhiculé;

5° Le retrait de l'aérosol est effectué par un courant gazeux véhiculé riche en oxygène;

6° Le retrait de l'aérosol est effectué par un courant gazeux véhiculé contenant un gaz anesthésique.

Société dite : THE DEVILBISS COMPANY

Par procuration :

SIMONNOT & RINUY

N° 1.429.460

Société dite :
The DeVilbiss Company

2 planches. - Pl. I

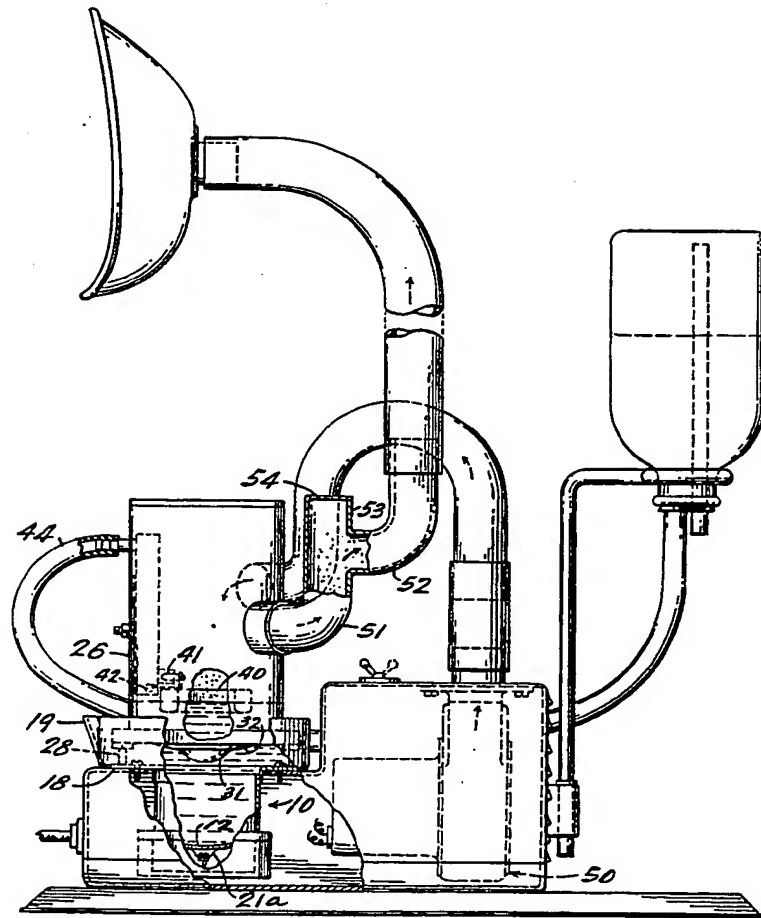
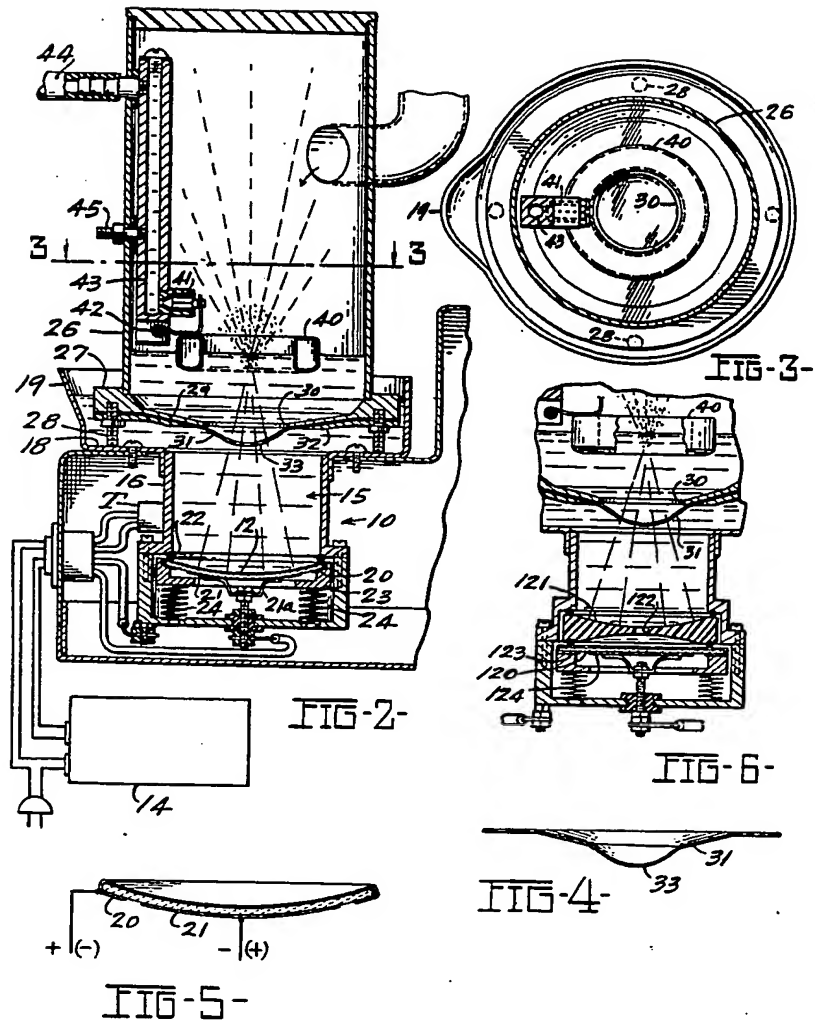


FIG-1-

2 planches. - Pl. II



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.